

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER

ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

* * * * *

UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
* * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

VII. JAHRGANG 1910.

NO. 15.

Tunnel aus Eisenbeton für das Offiziersheim „Taunus“ in Falkenstein.

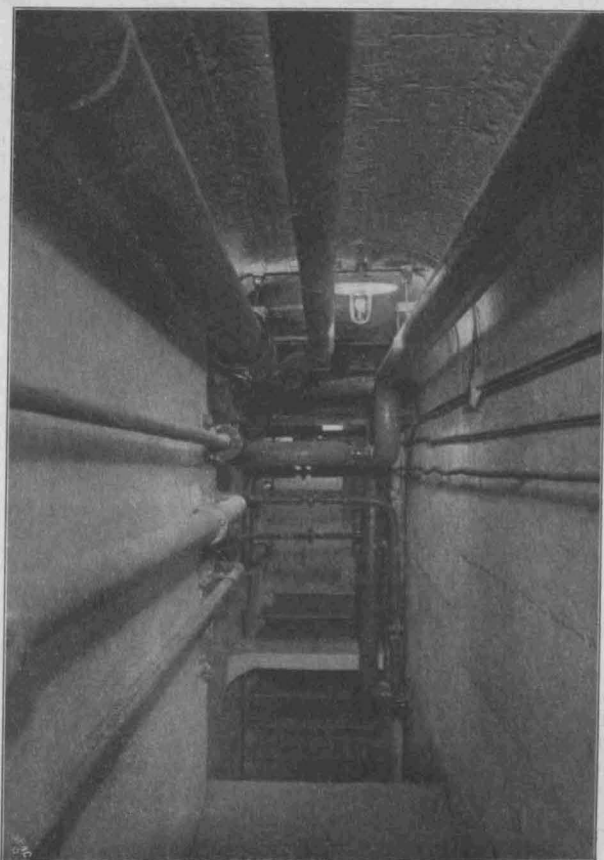
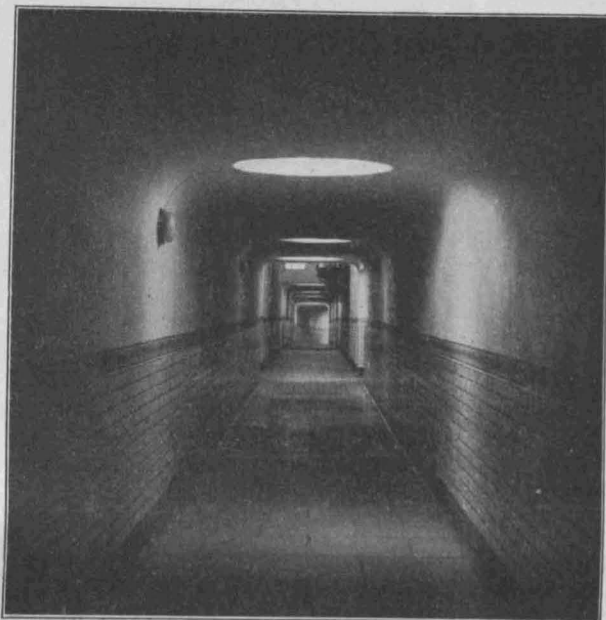
Von Dr.-Ing. R. Färber in Frankfurt am Main.

Als am 20. August 1909 dem Betrieb übergebene Offiziersheim „Taunus“ in Falkenstein (in der Nähe der bekannten Orte Cronberg und Königstein im Taunus) bezweckt, erholungsbedürftigen deutschen Offizieren einen Aufenthalt zu bieten, der infolge seines günstigen Klimas, sowie durch umfangreiche Anwendung der sogenannten physikalischen Heilmethoden eine rasche Hebung der körperlichen Gesundheit bewirken, dabei aber auch durch die herrliche landschaftliche Lage und die behagliche und gediegene Einrichtung seiner Baulichkeiten auf Geist und Gemüt einen wohltätigen Einfluß ausüben soll. Letzterer Gesichtspunkt verbot von vornherein eine kaserneartige Anordnung und führte mit Notwendigkeit zur Auflösung der Anstalt in eine größere Anzahl von Einzelbauten, deren jeder zur Aufnahme von 12 bis 14 Gästen eingerichtet ist. Wie aus dem Lageplan (Abbildung 1) ersichtlich, schließen sich zu beiden Seiten des auch äußerlich besonders hervorgehobenen, mit Sälen für Festlichkeiten ausgestatteten Hauptbaues je 2 Häuser zur Aufnahme der Gäste und am westlichen Ende überdies ein Wohnhaus für die Beamten an, während der gesamte Wirtschaftsbetrieb in dem jenseits des Debusweges gelegenen, von der eigentlichen Anstalt ganz getrennt gehaltenen Wirtschaftsgebäude sich abspielt. Letzteres enthält auch die Kessel und Maschinen zur Erzeugung der erforderlichen elektrischen Energie, ferner für die Warmwasser- und Dampfversorgung für die ganze Anstalt.

Eine derartige Zusammenfassung des Wirtschaftsbetriebes würde natürlich durch die getrennte Anordnung der Gebäude zur Unmöglichkeit gemacht werden, wenn nicht für eine geeignete Verbindung der letzteren gesorgt würde. Die Bauverwaltung entschloß sich daher, eine solche Verbindung durch Anlage eines unterirdischen Tunnels zu schaffen. Auf Grund eines allgemeinen Entwurfes der die Heizungsanlage ausführenden Firma Käferle in Hannover wurde die Tunnelherstellung mit den Anschlüssen an die Gebäude in engerem Wettbewerb ausgeschrieben; die konstruktive Anordnung und die Wahl der Baumaterialien wurde den Bewerbern freigestellt, doch mußte der Tunnel völlig dicht und schwitzwasserfrei ausgebildet werden, wobei zu berücksichtigen war, daß die Deckenunterkante sich auf einen großen Teil der Strecke nur 40 cm unter Gelände befand und im Tunnelinnern eine reichlich warme Temperatur erwartet werden mußte. Unter den eingelaufenen Entwürfen fand derjenige der Firma Buchheim & Heister in Frankfurt a. Main den Beifall der Bauverwaltung, und nachdem durch eine weitere Einschränkung der Tunnelabmessungen auch eine befriedigende Lösung der Preisfrage erzielt war, wurde die Ausführung des gesamten Bauwerkes einschl. der Erd- und Felssprengungsarbeiten der genannten Firma zu einem Pauschalbetrag in Auftrag gegeben.

Der Entwurf der ausführenden Firma sieht eine durchgängige Anwendung des Eisenbetons vor, welche sich allein schon durch den sehr schwierigen Transport zur Baustelle und den dadurch hervorgerufenen hohen Preis der Baumaterialien rechtfertigte. Dazu kam das Bestreben, die Abmessungen der Wände und Decke möglichst einzuschränken, um eine Verminderung des Aushubes zu erzielen, die umso erwünschter war, als etwa 30% desselben

Abbildung 5 (oben) Einblick in den fertigen Personentunnel.
Abbildung 6 (unten) desgl. in den Rohrtunnel.



aus z. T. sehr hartem Fels bestanden und die Sprengungen wegen der Nachbarschaft der im Rohbau bereits hochgeführten Gebäude nur mit äußerster Vorsicht vorgenommen werden konnten. Endlich aber war auch auf einigen Strecken ein erheblicher, auf beiden Seiten des Tunnels wahrscheinlich verschieden großer Erddruck zu erwarten, welcher nicht nur die Tunnelwände auf Biegung beanspruchte, sondern auch den ganzen Tunnelquerschnitt aus dem Winkel zu bringen bestrebt sein mußte.

Bei der Berechnung sind die Fußpunkte der 3 Wände gelenkig gelagert angenommen worden; in Wirklichkeit stehen sie stumpf auf drei kleinen Betonbanketten, welche den Druck etwas verteilen und die Unregelmäßigkeiten des Baugrundes ausgleichen sollen. Von den 6 unbekannten Auflagerreaktionen sind 3 ohne weiteres durch die gewöhnlichen Gleichgewichtsbedingungen der Statik als Funktion der 3 anderen ausdrückbar, welche als sogenannte statisch unbestimmte Größen übrig bleiben. Zu ihrer Be-

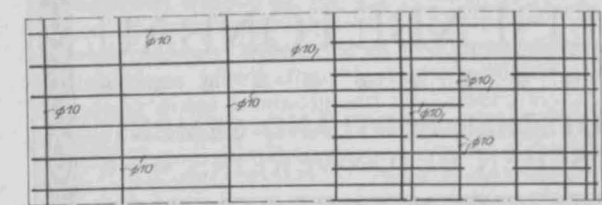


Abbildung 4
Unterführung
des
Rohrtunnels
unter den
Personen-
Tunnel
am Haupt-
gebäude.

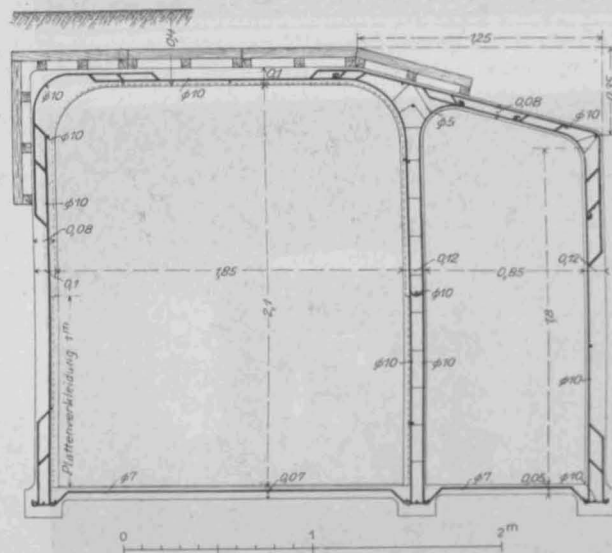


Abbildung 2 (links).
Einzelheiten des
Tunnelquerschnittes
mit den
Eiseneinlagen.

Abbildung 3 (rechts).
Diagramm der Erd-
druck-Momente.

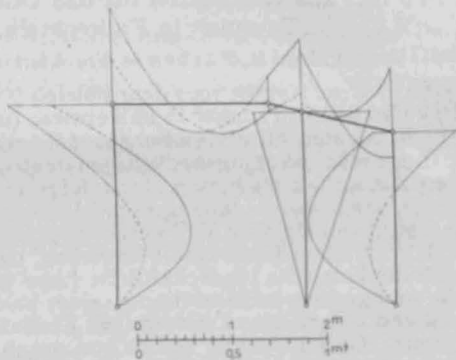
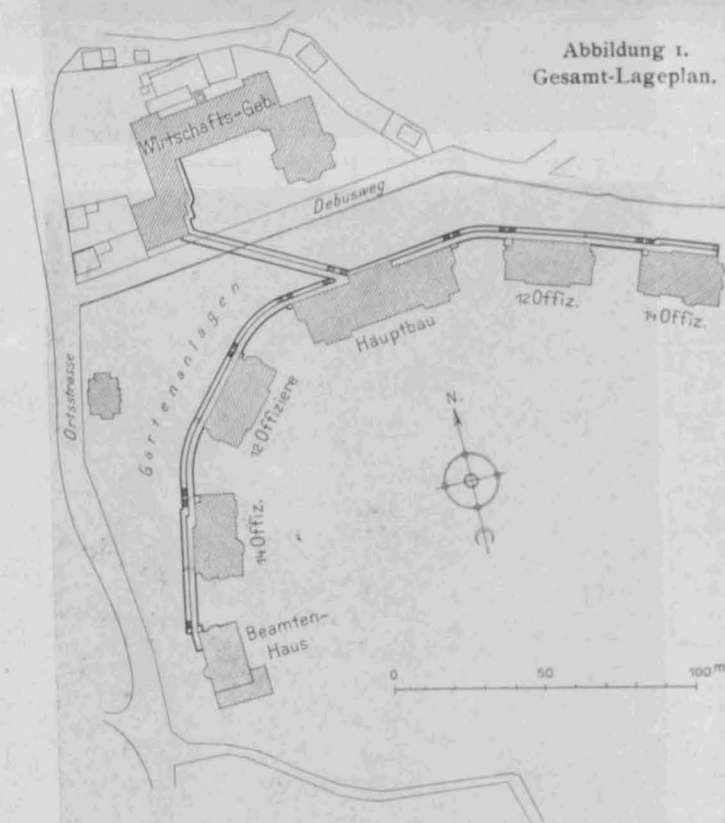


Abbildung 1.
Gesamt-Lageplan.



Mit Rücksicht darauf ist der gesamte Tunnelquerschnitt (Abb. 2) ausschließlich des Fußbodens, aber einschließlich der Mittelwand als biegefestes Ganzes behandelt und berechnet worden. Die Mittelwand zerlegt den Tunnel in eine nur dem Personen- und Wirtschaftsverkehr dienende Abteilung und in einen schmalen Kanal zur Durchführung der Rohrleitungen und ermöglicht überdies eine sehr erwünschte Verminderung der Deckenstärke.

stimmung wird für die in Betracht zu ziehenden Belastungsfälle die Formänderungsarbeit des ganzen Systemes als Funktion der zahlenmäßig bekannten und der 3 unbekannten Kräfte berechnet, worauf sich durch Ableitung des gewonnenen Ausdruckes nach den 3 Unbekannten und Nullsetzung dieser Ableitung weitere drei Gleichungen ergeben, welche zur zahlenmäßigen Bestimmung der statisch unbestimmten Größen dienen. Die Hauptsache bei dem in allen Fällen zum Ziel führenden Verfahren ist eine gute Disposition vor Inangriffnahme der eigentlichen Rechenarbeit. Letztere selbst besteht im wesentlichen aus der Bildung von Produkten, Produktensummen und bei sachgemäßer Auflösung der Gleichungssysteme aus fortgesetzten Divisionen; eine vorteilhafte Durchführung erfordert die Verwendung der Rechenmaschine. Die meisten vorkommenden Operationen bedürfen keiner technisch vorgebildeten Kraft, namentlich wenn der Rechnungsgang durch vorgedruckte Formulare vorgeschrieben ist, wie sie die Firma Buchheim & Heister für viele Zwecke besitzt.^{*)} Für die verschiedenen vorkommenden Tunnelquerschnitte sind je 2 Belastungsfälle angesetzt worden, nämlich größtmöglicher Erddruck von links, kleinstmöglicher von rechts und umgekehrt. Die in beiden Fällen an jeder Stelle auftretenden Momente sind graphisch in einer Abbildung (s. Abbildung 3) aufgetragen worden und mit Hilfe des so sich ergebenden Diagrammes der Maximal-Momente ist die Austeilung der Armierung bestimmt worden. Abbildungen 2 und 3 zeigen die Ergebnisse für den am häufigsten vorkommenden Tunnel-Querschnitt. Die Armierung hat sich trotz stellenweise sehr starken Erddruckes völlig einwandfrei bewährt.

Abbildung 2 zeigt auch, in welcher Weise eine zuverlässige Sicherung gegen Schwitzwasserbildung erzielt worden ist. Durch Auflagen von 5 cm starken Eisenbetonplatten mit 4 cm hohen Füßen ist über dem ganzen Personentunnel ein Luftraum geschaffen worden, welcher mittels einbetonierter Gasrohrstücke mit dem Luftraum des Rohrtunnels in Verbindung gebracht ist. Da letzterer infolge der durchgeführten Dampfrohe etwa

^{*)} Näheres über Konstruktion und Nutzen der Rechenmaschine findet sich in des Verfassers „Dreieckbogenbrücken“, Stuttgart 1906, sowie in der „Werkstatt-Technik“, 3. Jahrg. Heft 1 und 2 (Januar und Februar 1909).

40 bis 50° warm ist, so ist eine Abkühlung der Decke des Personentunnels von oben her ganz ausgeschlossen, mit- hin auch jede Schwitzwasserbildung. Eine solche ist nicht einmal im Winter 1908/09 eingetreten, als die 20 cm hohe Erddecke über den Schutzplatten noch nicht aufgebracht war. Die Platten selbst sind in den Werkräumen der Firma Buchheim & Heister hergestellt und waren nach drei Mo- naten so fest geworden, daß kein nennenswerter Bruch beim Transport nach der Verwendungsstelle eintrat.

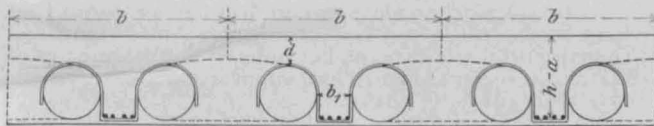
Tunnel ganz getrennt zu halten, überall durchgeführt wor- den. Demgemäß mußte an jedem Gebäude der Rohrtunnel unter dem Personentunnel unterführt werden. Durch diese Unterführungen, deren Herstellung wesentlich schwieriger war und nur von einer darauf eingearbeiteten Gruppe der Reihe nach bewerkstelligt wurde, entstanden natürlich Lücken im ganzen Bauwerk, welche im allgemeinen erst nach bereits erfolgtem Erhärten der längeren Tunnelstrecken ausgefüllt wurden, sodaß das Schwinden der letzteren frei



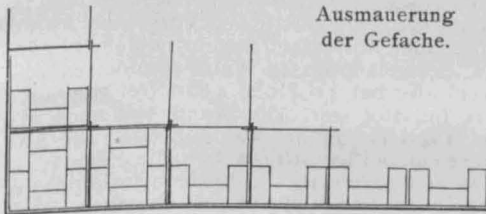
Von der
II. Ton-, Zement- und
Kalk-
Industrie-
Ausstellung
in Berlin.

Eisen-
beton-Hohl-
decke
System
Wris-
sen-
berg.

Herstellung
und Konstruk-
tion der
Decke, sowie
Benützung
der Decken-
Hohlräume zu
Lüftungs-
zwecken.

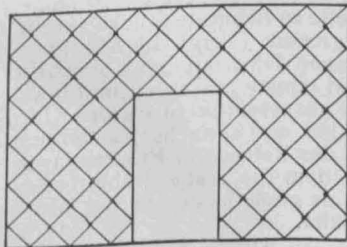
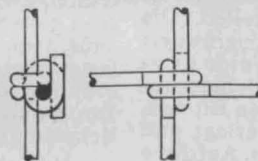


Freitragende eisenarmierte Wand „System Lehmann“.

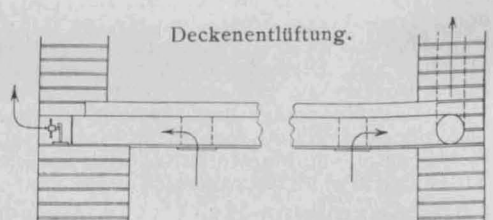
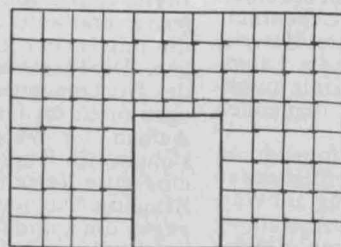


Ausmauerung
der Gefache.

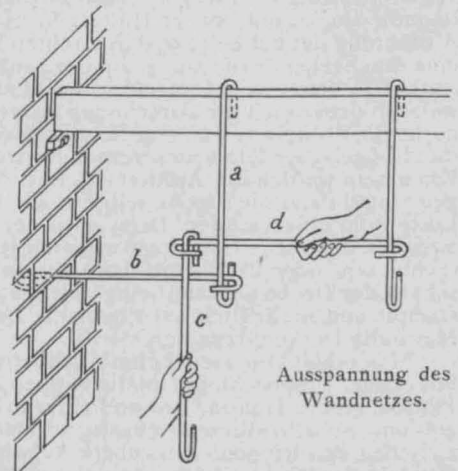
Ausbildung der
Knotenpunkte.



Anord-
nung
des
Eisen-
netzes
(links
lasttra-
gende
Wän-
de).



Deckenentlüftung.



Ausspannung des
Wandnetzes.

Auch die Sicherung gegen Querrisse allein durch An- ordnung einer reichlichen und gut verteilten Längsarmie- rung hat sich vollkommen bewährt; es ist in der Tat ein beachtenswertes Ergebnis, daß in dem etwa 300m langen Haupttunnel, welcher ohne jede künstliche Ausdehnungs- fuge hergestellt wurde, selbst im ersten Winter, als die Erd- decke noch fehlte, kein Querriß entstanden ist.

Allerdings ist dem Schwinden des Betons beim Erhär- ten Rechnung getragen worden. Wie aus Abb. 1 Seite 58 er- sichtlich, ist der Grundsatz, den Rohrtunnel vom Personen-

vor sich gehen konnte. Abbildung 4 S. 58 zeigt die Anord- nung einer derartigen Unterführung am Hauptgebäude.

Die Beleuchtung erfolgt durch Oberlichte aus Luxfer- prismen, welche in der Tunneldecke alle 10 bis 12 m aus- gespart wurden. Die Ausstattung des Inneren ist einfach, aber durchaus wirkungsvoll gehalten. Vorspringende Teile sind ganz vermieden, die einspringenden Ecken stark aus- gerundet worden. Der aus Zement hergestellte Fußboden ist geriffelt und mit Felderteilung versehen. Die Wände sind seitlich 1 m hoch mit einfach gemusterten glasierten

Plättchen verkleidet, an welche sich ein mit der Scheibe sorgfältig verriebener Kalk-Zementverputz bündig anschließt, welchem zuletzt noch ein heller Leimfarbanstrich gegeben wurde. Der Rohrtunnel ist so geblieben, wie er aus der Schalung kam. Die Abbild. 5 und 6 S. 57 geben einen Einblick in das Innere des fertiggestellten Personen- bzw. Rohrtunnels, der ein schönes Beispiel für die sorgfältiger Ausführung möglichen Erfolge mit Eisenbeton bietet.

Mit der Ausführung konnte Ende August 1908 begonnen werden, und es war trotz der schwierigen Felsarbeiten möglich, noch im November 1908 mit dem Einbau der Heizungsanlage anzufangen. Im weiteren Verlauf des Winters wurde die Asphaltisolierung aufgebracht, die Schutzplatten verlegt und die Zufüllung und Planierung bewerkstelligt, sodaß die Uebergabe des völlig fertigen Bauwerkes dem Vertragsprechend am 1. Mai 1909 erfolgen konnte.—

Von der II. Ton-, Zement- und Kalk-Industrie-Ausstellung in Berlin. (Schluß.)

Hierzu die Abbildungen Seite 59 und in No. 14.

Bezüglich der zwischen die Betonrippen der Leichtstein-Massivdecke, System Lehmann (vergl. die Abbildungen in No. 14) eingebetteten Leichtsteine ist noch zu erwähnen, daß sie in Formen gegossen werden, in welche dünne Dachpappe eingelegt ist, die dann an der Oberfläche der Steine festhaftet und eine Umhüllung für diese bildet. Dadurch wird einerseits erreicht, daß die Aufsaugung von Feuchtigkeit aus dem Beton, die eine Beeinträchtigung des Erhärtungs-Prozesses verursachen könnte, und andererseits eine Erweichung der Leichtsteine selbst wirksam verhindert und schließlich die Schall- und Wärme-Durchlässigkeit der Decke noch weiter verringert wird. Die oben abgerundete Form der Leichtsteine ist günstig für eine gute Kraftübertragung aus der Deckenplatte in die Betonrippen, während die seitlichen Nuten gute Verbindung der Hohlkörper mit der Decke sichern.

Der Putz haftet an den rauen Leichtsteinen gut. Um ein Durchscheinen der Rippen zu verhindern, werden unter diese bei der Herstellung der Decke 1 cm starke Gipsplatten gelegt, die sich mit dem Stampfbeton fest verbinden.

Die Armierung der Rippen zeigt sowohl hochgebogene Rundeisen, wie Bügel an den Balken-Enden. Deckenhöhe und Druckplattenstärke sowie die Höhe der Füllkörper wechseln je nach Spannweite; die Berechnung läßt sich in einwandfreier Weise nach den preuß. Vorschriften durchführen. Es lassen sich nach dem System auch ohne Schwierigkeit Decken mit kreuzweise geführten Rippen und Armierungen (ev. mit Kassettierung) herstellen. Die Lochungen der Leichtsteine werden dann vor Kopf durch einen zwischengelegten Pappstreifen geschlossen.

Ein Gutachten von Prof. M. Foerster, Dresden, von diesem Sommer stellt dem Deckensystem ein sehr gutes Zeugnis hinsichtlich der Klarheit des Tragsystemes und hoher Tragfähigkeit, einfacher, rascher und billiger Herstellung sowie guter Isolierung gegen Schall- und Wärme-Durchlaß aus. Die Schalldurchlässigkeit soll sich für eine solche Decke ohne jede obere Auffüllung nach einer Anzahl von Prüfungen geringer gestellt haben als bei Holzbalkendecken. Nach Angabe der Firma sind bereits über 80 000 qm bei Schulen, Heilanstalten, Fabriken, Speichern, Villen und Wohnhäusern nach diesem System ausgeführt.

2. Die Eisenbeton-Hohldecke System Wissenberg (D. R. P. 217 958)

erreicht mit etwas anderen Mitteln ebenfalls das Ziel, eine verhältnismäßig leichte, gegen Wärme und Schall gut isolierende Decke mit ebener Untersicht herzustellen. Die Ausführung der auf Seite 59 dargestellten Decke erfordert eine durchgehende Schalung, auf der zunächst eine 1,5 cm starke Kiesbetonschicht aufgebracht wird, auf welcher paarweise in dem durch die Berechnung festgelegten Rippenabstände Rohre aus dünnem Schwarzblech verlegt und durch bügelartige Klammern verbunden werden. Auf diese Klammern werden die Armierungseisen der Rippen aufgelegt und dann die Rippen selbst in Kiesbeton bis Oberkante Rohr eingestampft. Dann wird der Zwischenraum zwischen den Rohren mit einem mageren, leichten Material (Schlacken- oder Bimsbeton usw.) bis zu der im Längsschnitt der Decke punktiert eingezeichneten Linie ausgestampft und schließlich auf dieser als Lehre dienenden Masse die Deckenplatte hergestellt.

Man erhält also wieder eine Eisenbeton-Rippendecke mit ebener Untersicht, gut an die Rippen anschließenden Platten, großen Hohlräumen und einer in Bezug auf Wärme- und Schall-Isolierung günstig wirkenden Ausfüllung zwischen den Rippen. Eine obere Aufschüttung, die das Gewicht der Decke erhöht, kann also ebenfalls wegfallen.

Die Blechrohre greifen in ihren einzelnen Schüssen etwa 2 cm übereinander und sind durch kräftige Versteifungswulste gegen Eindrücken beim Stampfen ausgesteift. Sie lassen sich von jeder Blechemballage-Fabrik beziehen, sodaß man also nicht an Spezialfabriken und unter Umständen an lange Lieferfristen gebunden ist. Die einzelnen Rohrschüsse werden bei 12–24 cm Durchmesser in Längen bis 1 m verwendet. Sie besitzen nur ein geringes Gewicht und sind handlich beim Verlegen. Nach Angabe der Firma Gebr. Bülken in Bremen, der die Nutzbarmachung des Deckenpatentes übertragen ist, stellt sich der Preis

des Eisenblechrohres für 1 qm Decke sehr niedrig, vielfach geringer als derjenige besonderer Hohlfüllsteine, bei denen außerdem noch mit dem Bruchverlust beim Transport zu rechnen sei. Nach Angabe derselben Firma kann ein Arbeiter am Tage bequem 12–15 qm fertiger Decke herstellen.

Die Decke ist ebenfalls eine vollständig klar durchgebildete und nach den preuß. Bestimmungen genau zu berechnende Eisenbetondecke (Plattenbalken von der Breite b , der Plattendicke d , der Stegdicke b_1). Durch Verbreiterung der Tragstege und durch Einlegen schwächerer Rohre kann außerdem bei ihr leicht eine untere Druckzone geschaffen werden, sodaß es dann möglich wird, auch die wirtschaftlichen Vorzüge der Kontinuität und der Einspannung auszunutzen. Ueberhaupt bietet die Decke den Vorzug, daß man sie in ihren Abmessungen jeder Leistung anpassen kann. Im allgemeinen schwankt die Gesamtstärke zwischen 15–25 cm; nach den Angaben der ausführenden Firma kann jedoch in besonderem Falle durch Verwendung großer Rohre eine Plattendicke von etwa 32 cm noch wirtschaftlich ausgeführt werden. Die Decke eignet sich also auch für große Nutzlasten und Spannweiten über 6 m.

Einen weiteren Vorzug bietet die Decke insofern, als sich in den durchlaufenden Hohlräumen Leitungen aller Art verlegen lassen, daß sie ferner auch ausnutzbar sind für die Entlüftung des darunter liegenden Raumes (vergl. die Abbildung S. 59), indem man die Rohre an beliebigen Stellen nach unten öffnet und vom Auflager in Lüftungskanäle übergehen oder unmittelbar ins Freie münden läßt. Nach Bedarf kann auch ein Ventilator eingebaut werden.

3. Neuerungen an freitragenden, u. U. auch lasttragenden Steineisenwänden.

Das bekannte System der Prüss'schen Patentwände, bei welchen ein System sich rechtwinklig kreuzender Flacheisen zwischen Decken und Wänden gespannt und dann in den einzelnen Gefachen unter Anwendung von Zementmörtel mit Ziegeln, besonderen Formsteinen oder Platten ausgefacht wird, hat von verschiedenen Seiten eine Weiterbildung erfahren.

Auf der Ausstellung wurden zwei Systeme, die Lehmann-Wand, von dem vorgenannten Erfinder der Leichtstein-Massivdecken, und die Keßler-Wand (D. R. P. 193 144) vorgeführt. Letztere wird von der Keßler-Wände G. m. b. H. in Charlottenburg vertrieben. Vorgeführt wurde eine 12 cm starke, aus Normalvollziegeln in Zementmörtel hergestellte, doppelt armierte Wand (Bandeisen von 26 · 1,5 mm Stärke), die bei 4 m Höhe 5,86 m frei trug und außerdem stark belastet war. Die Wand soll auch als lastentragende Wand eingeführt werden, daher die Anordnung von Eisen an beiden Stirnflächen, die einem Ausknicken der Wand entgegenwirkt. Ueber Konstruktion und Belastungs-Ergebnisse fehlen uns nähere Angaben.

Die Lehmann-Wand ist einfach mit Rundeisen armiert. Die Eisen laufen aber nicht in ganzer Länge und Breite durch, sondern sind in einzelne, etwa 50 cm lange, fertig verarbeitet zur Baustelle zu liefernde Stücke geteilt, die mit Haken ineinandergreifen. (Vergl. die Abbildungen.) Die Eiseneinlagen können daher mit dem Fortschritt des Hochmauerns der Wand eingelegt werden und brauchen nicht im Ganzen erst ausgespannt zu werden. Der Aufbau der Wände ist daher ein einfacher, außerdem sichern die Knotenpunkte des Netzes der Eiseneinlagen eine gute Verbindung mit dem die Stäbe einbettenden Zementmörtel und damit eine große Sicherheit der Wand gegen die angreifenden Kräfte.

In diesem Falle beginnt man, wie die Abbildung zeigt, mit dem Einhängen der senkrechten Stäbe an der Decke. Will man die Wand auch zum Tragen von Lasten verwenden, so empfiehlt sich die diagonale Anordnung der Stäbe. Dann muß gleich das ganze Netz ausgespannt werden.

Ueber Beton-Mischmaschinen, Form-Maschinen usw. berichten wir besonders. —

Inhalt: Tunnel aus Eisenbeton für das Offiziersheim „Taurus“ in Falkenstein. — Von der II. Ton-, Zement- und Kalk-Industrie-Ausstellung in Berlin (Schluß). —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.